

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra obrábění, montáže a strojírenské metrologie

Návrh technologie opracování ozubeného segmentu pro lodní výtah

The Proposal of Machining Technology for Toothed Segment for
Boat Lift

Student: Tomáš Nikel

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Antonín Trefil

Ostrava 2015

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra obrábění a montáže

Zadání bakalářské práce

Student: **Tomáš Nikel**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2303R002 Strojírenská technologie
Téma: **Návrh technologie opracování ozubeného segmentu pro lodní výtah**
The Proposal of Machining Technology for Toothed Segment for Boat Lift

Zásady pro vypracování:

1. Úvod.
2. Návrh technologického postupu výroby.
3. Návrh řezných nástrojů.
4. Technicko-ekonomické zhodnocení.
5. Závěr.

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] BRYCHTA, J.; ČEP, R.; SADÍLEK, M.; PETŘKOVSKÁ, L.; NOVÁKOVÁ, J. *Nové směry v progresivním obrábění*. Ostrava : Ediční středisko VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2007. Dostupné na <http://www.elearn.vsb.cz/archivcd/FS/NSPO>. ISBN 978-80-248-1505-3.
- [2] HUMÁR, A. *Materiály pro řezné nástroje*. Brno : MM Publishing Praha, 2008, 235 s. ISBN 978-80-254-2250-2.
- [3] NESLUŠAN, M.; TUREK, S.; BRYCHTA, J.; ČEP, R.; TABAČEK, M. *Experimentálne metódy v trieskovom obrábání*. 1. vyd. Žilina : Žilinská univerzita v Žiline, EDIS, 2007. 343 s. ISBN 978-80-8070-711-8.
- [4] SHAW, Milton C. *Metal Cutting Principles*. 2nd edition. New York : Oxford University Press, 2005. 651. p. ISBN 0-19-514206-3.
- [5] STEPHENSON, D. A.; AGAPIOU, J. S. *Metal cutting theory and practice*. New York : Marcel Dekker, Inc., 1997. ISBN 0-8247-9579-2.


Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Antonín Trefil**

Datum zadání: 12.12.2014

Datum odevzdání: 18.05.2015




Ing. et Ing. Mgr. Jana Petřů, Ph.D.
vedoucí katedry


doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.



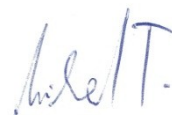
V Ostravě 18.5.2015.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- Jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- Beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě 18.5.2015



.....
podpis studenta

Jméno a příjmení autora práce:

Tomáš Nikel

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Tísek 241, 74294

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

NIKEL, T. *Návrh technologie opracování ozubeného segmentu pro lodní výtah*: bakalářská práce. Ostrava: VŠB-Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra obrábění, montáže a strojírenské metrologie, 2015, 50 s. Vedoucí práce: Ing. Antonín Trefil

Úvodem práce je seznámení se s výrobní součástí. Její popis, využití a umístění. A dále představení společnosti, ve které je tato práce vykonávána. V druhé části budou navrženy obráběcí stroje, dle požadovaných parametrů a dále podrobně rozepsaný výrobní postup pro zpracování zadané součásti. Třetí část se bude zabývat vhodným zvolením řezných nástrojů a použitých parametrů, pro správné opracování odlitků. Ve čtvrté části proběhne technicko-ekonomické zhodnocení. Závěrem práce bude shrnutí všech poznatků.

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

NIKEL, T. *The Proposal of Machining Technology for Toothed Segment for Boat Lift*: bachelor thesis. Ostrava: VŠB-Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Machining and Assembly, 2015, 50 p. Thesis head: Ing. Antonín Trefil

The introduction of this thesis presents the production part - it mainly focuses on its description, purpose and placement. The company in which this thesis was conducted is also introduced in this chapter. The machine tools with specified parameters and detailed manufacturing process for production of the production part are described in the second part of this thesis. The next chapter deals with the problem of choosing suitable cutting tools and right parameters to ensure appropriate machining of the castings. The fourth part consists of technical and economical evaluation of the solution. The most important findings are summarized in the conclusion of this thesis.

Obsah

Obsah	6
Seznam zkratk	7
1. Úvod	8
2. Návrh technologického postupu výroby	11
2.1 Popis tvorby technologického postupu	12
2.2 Návrh strojního parku	15
2.2.1. Hrubování před tepelným zpracováním	16
2.2.2. Hrubování po tepelném zpracování	18
2.2.3. Hotovní opracování	19
2.3 Výpočet strojního času	21
2.4 Pracovní a kontrolní postup	23
3. Návrh řezných nástrojů	34
3.1 Volba řezných nástrojů a parametrů	34
4. Technicko-ekonomické zhodnocení	45
5. Závěr	46
Seznam použité literatury	47
Seznam tabulek a obrázků	49
Seznam příloh	50

Seznam zkratek

PKP	Pracovně kontrolní postup
ÚŘJ	Úřední řízení jakosti
NDT	Nedestruktivní zkoušky
MF	Magnetická zkouška
VHM	Vítkovice Heavy Machinery
VBD	Vyměnitelné břitové destičky
CNC	Computer Numeric Control, tzn. číslicové řízení počítačem
a.s.	Akciová společnost
např.	Například
apod.	A podobně
tzn.	To znamená
tj.	To je
v_c	Řezná rychlost [$\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$]
D	Průměr nástroje [mm]
L	Délka obrobené plochy [mm]
n	Otáčky vřetene [min^{-1}]
f	Strojní posuv [$\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$]
i	Počet stejných třísek
t_{AS}	Strojní čas [min]

1. Úvod

Cílem této práce je navrhnout optimální pracovní a kontrolní postup pro výrobu ozubených segmentů k sestavení závitových sloupů.

V bakalářské práci se budeme zabývat návrhem technologického postupu výroby ozubených segmentů, které budou využity pro nový lodní výtah v Německém městě Niederfinow. Tato výstavba bude probíhat v rámci modernizace německých vodních cest. Hlavními důvody inovací jsou neustálé pokroky v technologiích a tedy i výrobě lodních přepravních prostředků a také navyšování stávajících kapacit. Nový výtah bude postaven vedle 80 let starého (viz obrázek 1), stávajícího lodního výtahu. Tento je umístěn na kanálu Havel-Odra, tedy na významném, velmi přetíženém, místě lodního spojení. Dané místo se nachází mezi Berlínem/Braniborskem a Štětínským regionem v Polsku. Nový lodní výtah by tak měl disponovat, oproti stávajícímu výtahu, vyššími přepravními parametry, čímž zvýší celkovou kapacitu, která umožní průplav a transport větším a modernějším lodím. Tyto lodě byly doposud negativně omezovány svými rozměry. Rozdíly mezi novým a stávajícím lodním výtahem jsou především v jeho délce (srovnání parametrů viz tabulka 1).

Tabulka 1: Porovnání parametrů lodních výtahů

	Stávající lodní výtah	Nový lodní výtah
Výška	60 m	60 m
Délka	94 m	130 m
Výška zdvihu	37 m	38,5 m
Ponor lodí	1,9 m	2,2 m
Rozměry vany	85x12x2,5 m	115x12,5x4 m

Lodní dílo bude zhotovováno konsorciem německých stavebních firem. Toto konsorcium podepsalo kontrakt s ostravskou strojírenskou společností Vítkovice Heavy Machinery a.s., která bude na stavbu dodávat 1.360 tun opracovaných odlitků a svářenců. Z těchto dílů se následně poskládají 4 závitové sloupy o výšce 38,5m každý. Závitové sloupy budou vmontovány do betonové konstrukce a budou sloužit jako pojišťovací mechanismus při havárii jiných částí lodního výtahu (motory, protizávaží).



Obrázek 1 Schéma stávajícího a nového lodního výtahu

Vítkovice Heavy Machinery a.s.[14].

Skupinu VÍTKOVICE MACHINERY GROUP tvoří okolo třicítky firem. Tento celek je nejvlivnější českou strojírenskou skupinou se silnou pozicí ve vybraných segmentech produkce a v oblasti dodávek velkých investičních celků. Skupina disponuje moderní, širokou a unikátní produkční základnou a know-how zřízeným na výzkumu a vývoji. Tato společnost vystupuje pod značkou VÍTKOVICE již více než 185 let.

Skupina se neustále snaží zvyšovat využití tvůrčího a inovačního potenciálu jednotlivých společností. Podporuje řešení širokého spektra úkolů v závislosti na jejich výrobní a obchodní strategii, a to v oblasti vědy a výzkumu, vývoje i v oblasti inovací. Díky tomu skupina věnuje velkou pozornost budování vlastních vědeckých a vývojových kapacit pro hlavní obory svého podnikání. V rámci inovací a modernizace již byly tradiční výroba sériových produktů

a engineeringové obory doplněny novými oblastmi. Jedná se o Green Technology - CNG a bioplyn a Informační technologie.

Výroba ozubených segmentů k sestavení závitových sloupů lodního výtahu bude probíhat v akciové společnosti Vítkovice Heavy Machinery. Tato společnost je významným strojírenským podnikem s vlastní výrobou oceli, který se zaměřuje na dodávky zejména v oblasti těžkých ocelových odlitků, opracovaných výkovků, zalomených hřídelí a dílů lodí, zařízení oceláren a válcoven, tvářecích zařízení a válcovaných obručí pro železniční průmysl. Výrobní kapacita se pohybuje okolo 200 kt/rok.

Klíčovou produkcí této společnosti je výroba:

- ingotů,
- kovaných tyčí, bloků a válcovaných kruhů,
- odlitků,
- lodních dílů,
- výrobků pro energetiku,
- opracovaných strojních součástí,
- zařízení oceláren,
- zařízení pro tváření kovů a pro těžký průmysl.

Své úsilí směřuje na zvyšování podílu výroby a dodávek strojírenských produktů s vysokou přidanou hodnotou.

2. Návrh technologického postupu výroby

Výrobní podnik stanovuje důležité technologické předpisy tzv. technologické postupy, pracovní a kontrolní postupy, které slouží jako zásadní dokumenty pro řízení výroby. Tyto dokumenty jsou vydány za účelem dodržení finální kvality a účelné spolehlivosti výrobku, a to splněním stanovených podmínek a dodržení jednotlivých částí postupů výroby.

Výrobní postup zahrnuje jak pracovní postup, který obsahuje sled jednotlivých operací, tak i postup kontrolní.

Účelem výrobního postupu je navrhnout pořadí činností, rozměry polovýrobku, stroje, nástroje a přípravky potřebné pro komplexní výrobu součástky. Dále navrhnout pořadí prací, organizace prací a pracovišť spolu s technicko-ekonomickými ukazateli, jako jsou tarifní třídy pracovníka, časy jednotlivých operací apod., sloužící dále pro zaplánování výroby.

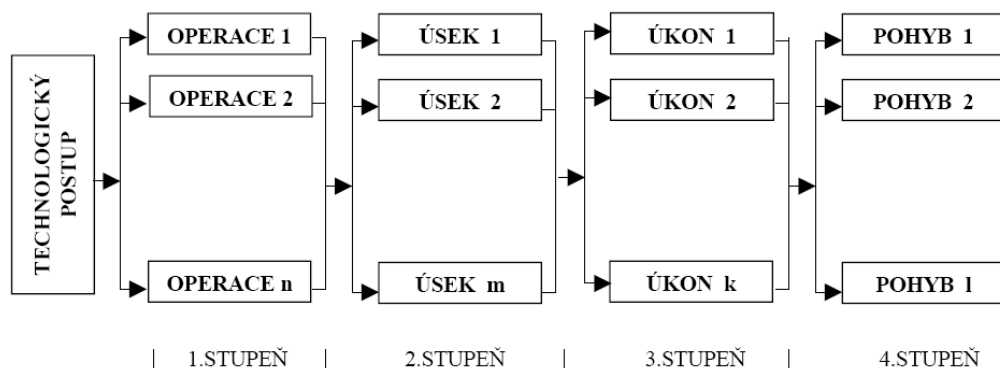
Pro vypracování PKP je třeba mít k dispozici následující podklady:

- Výrobní výkresy součástí, výkresy sestav a podsestav.
- Údaje o počtu vyráběných kusů výrobků.
- Údaje o základním vybavení dílny podniku.
- Údaje o výrobním nářadí dílny podniku.
- Údaje o celkové organizaci dílny podniku.
- Údaje o možnostech kooperačních vztahů s jinými závody.
- Normy a technické podmínky výrobku.
- Specifické požadavky objednavatele. [6]

Technologické postupy zpravidla sestavují specialisté, technologové a normovači výkonu. Z hlediska plánování a řízení výroby je nezbytné, aby ke každé operaci bylo přiřazeno pracoviště, na čemž bude operace uskutečněna, a stanoven odhad doby trvání její realizace na daném pracovišti. Z toho důvodu se na zpracování technologických postupů musejí určitým způsobem podílet i pracovníci zodpovědní za řízení výroby. [12]

2.1 Popis tvorby technologického postupu

"Podle účelu a typu výroby se technologické postupy dělí až do čtyř stupňů na jednotlivé operace, úseky, úkony a pohyby." (viz obrázek 2)



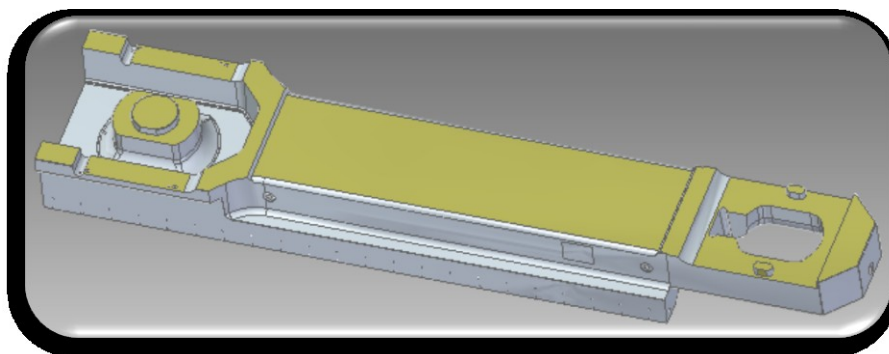
Obrázek 2 Členění technologického postupu

Technologické postupy se dělí na:

- **operace** - ukončená a souvisle prováděná část výrobního procesu vykonaná na jednom nebo několika pracovních předmětech na jednom pracovišti, zpravidla jedním nebo skupinou pracovníků (např. soustružení, frézování, broušení, lapování, tepelné zpracování, kontrola rozměrů),
- **úsek** - část operace, při které se vykonává práce za přibližně stejných technologických podmínek (např. soustružení se rozděluje na úsek hrubování a úsek soustružení na čisto, tedy dva úseky jedné operace),
- **úkon** - ucelená jednoduchá pracovní činnost (např. upnutí obrobku, nastavení řezných podmínek, zapnutí stroje),
- **pohyb** - nejjednodušší část pracovní činnosti ve výrobním postupu, popisované zejména v hromadné výrobě a u montážních prací (např. uchopit klíč, vložit obrobek do sklíčidla, utažení šroubu, stlačení vypínače stroje).[9]

Popis technologického postupu stanovené součásti:

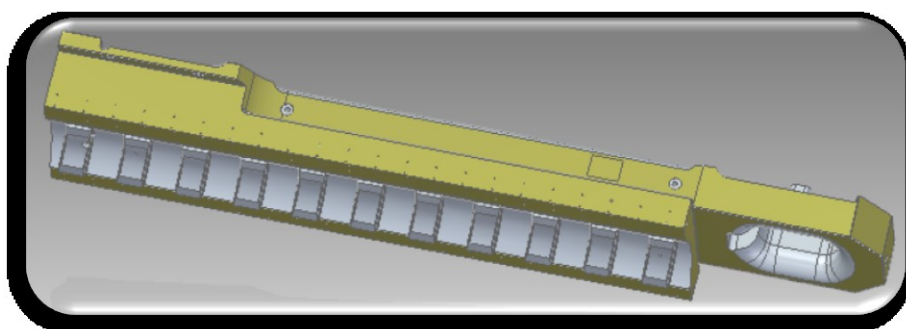
- Dříve, než dojde k samotnému opracování daného odlitku, musí proběhnout vizuální kontrola. Tato kontrola spočívá ve zjišťování případných vad.
- Po provedení vizuální kontroly se přechází k dalšímu kroku, a to k hrubému prorýsování odlitku (zmapování přídavek na surovém povrchu) a naznačení velikosti prvního obrobení nálitku.
- Samotné opracování začíná odstraněním nálitků z obrobku, které jsou nejkritičtějšími místy, z důvodu nejčastějšího výskytu vad. Opracování bude provedeno na stroji W160G s využitím plátkové frézy.



Obrázek 3 Opracování spodní nálitkové plochy obrobku

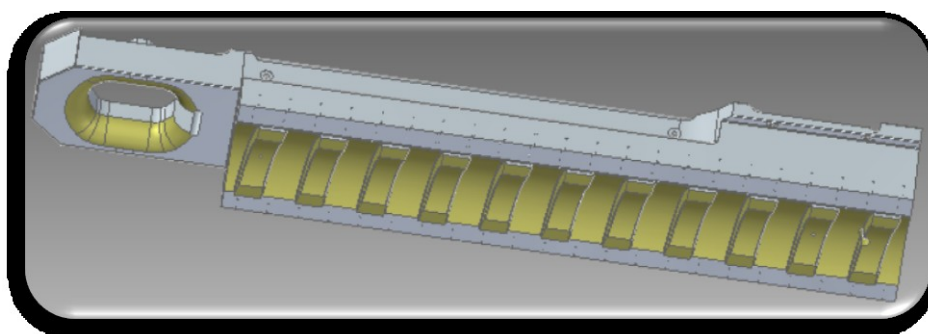
- Následuje celkové opracování obrobku hrubováním s přídavkem 7 mm na plochu. Hrubování proběhne na stroji W160G, kde budou opracovány boční plochy, spodní rovné plochy, již zmíněné nálitky a horní rovné plochy. Pro zbylé hrubovací operace bude obrobek přesunut na stroj FZ41-2500-CNC Boehringer, na kterém dojde k opracování spodních tvarových ploch a hrubování závitů.
- Po dokončení hrubovacích operací, se provede vizuální kontrola, magnetická zkouška a zkouška ultrazvukem. Provádění zkoušek slouží ke zjištění možných vad. Nalezené vady budou následně označeny a očíslovány, aby bylo možné vytvořit protokol, který bude obsahovat seznam vad na obrobku. Protokol bude dále předložen zákazníkovi, zda schválí opravu zjištěných vad.

- V dalším kroku zámečníci obrobek obrousí a očistí a v případě schválení opravy zákazníkem, bude segment opraven.
- Opravené vady musí být znovu zkontrolovány vizuálně, magnetickou zkouškou a zkouškou ultrazvukem.
- Obrobek je odvezen k tepelnému zpracování na odstranění vnitřního pnutí.
- Po tepelném zpracování se dílec znovu prorýsuje, aby byly zjištěny možné deformace obrobku.
- Před hotovným opracováním bude kus obráběn s přídkem 2mm na plochu. Tento způsob obrábění se volí z toho důvodu, aby se zabránilo možné zmetkovitosti, které by mohlo vzniknout zbytkovým vnitřním pnutím. Celkové opracování dílu s přídkem 2mm na plochu bude provedeno na stroji FZZ 30/60 s využitím nástrojů uvedených v kapitole 3.- Návrh řezných nástrojů.



Obrázek 4 Opracování boční plochy obrobku

- Poté se může díl opracovat hotovně dle výkresové dokumentace dané součástí. Zhotovení obrobku proběhne převážně na stroji W200HC-NC. Závit a jeho tvarové plochy dokončí stroj FRP 300-FSV_CNC.



Obrázek 5 Opracování závitů obrobku

2.2 Návrh strojního parku

Výrobní-technologický postup je zvolen s ohledem na strojní park uvedené společnosti a jeho současnému zaplánovanému kapacitnímu využití. Surový odlitek ozubeného segmentu bude postupně opracován mechanickým obráběním. Vzhledem k tvarové složitosti součásti, proběhne většina hrubovacích operací na CNC strojích, na kterých bude provedeno i celkové hotovní opracování obrobku dle zadané výkresové dokumentace (viz příloha č.2). Na ostatních strojích budou provedeny základní hrubovací operace k odstranění nálitků a zjištění možných vad, před zasláním obrobku k tepelnému zpracování.

Návrh strojů je zvolen z důvodu odpovídajících parametrů a také dle celkové pracovní vytíženosti podnikových strojů, neboť je nutno dodržet termín dodání objednaných součástí.

Z důvodu časové náročnosti na výrobu a kapacitního plánování výroby, budou jednotlivé operace mechanického opracování provedeny na těchto pracovištích:

- Hrubovací stroj, 4314 (Horizontální vyvrtávačka) - W160GNR
- Hrubovací stroj, 5369 (Portálová frézka) - FZ41-2500-CNC BOEHRINGER
- Portálové obráběcí centrum, 5359 - FZZ 30/60
- Horizontální vyvrtávačka, 34832/12, 5355 - W200HC-NC
- Portálové obráběcí centrum, 5380 - FRP 300-FSV_CNC

2.2.1. Hrubování před tepelným zpracováním

Horizontální vyvrtávačka - W160GNR

bude opracovávat boční plochy, spodní rovné plochy-nálitky, spodní rovné plochy, horní rovné plochy dle stanovených parametrů (viz tabulka č.2).



Obrázek 6 W160GNR

Tabulka 2 Parametry W160G

Průměr vřetena	160	mm
Pojezd vřeteníku	2500	mm
Pojezd stojanu	3000	mm
Otáčky vřetena	2-800	min ⁻¹
Posuvy vrtací	0,5-100	mm·min ⁻¹
	5-1000	mm·min ⁻¹
	8-1600	mm·min ⁻¹
Posuvy frézovací	0,5-100	mm·min ⁻¹
	5-1000	mm·min ⁻¹
	8-1600	mm·min ⁻¹
Celkový příkon stroje	110	kW

Portálová fréza - FZ41-2500-CNC BOEHRINGER

bude opracovávat spodní tvarové plochy a závit s přídavkem 7mm na plochu, dle stanovených parametrů (viz tabulka č.3).



Obrázek 7 FZ41-2500-CNC Boehringer

Tabulka 3 Parametry FZ 41 CNC

Šířka stolu	2000	mm
Délka stolu	7400	mm
Výkon hlavního elektromotoru	90	kW
Plný výkon od	45	min ⁻¹
Rozsah otáček	14-710	min ⁻¹
Rychloposuv	10000	mm·min ⁻¹
Přídavná rychlost	2 a 90	mm·min ⁻¹
Alternativně plynule nastavitelné posuvy	20-6000	mm·min ⁻¹
Čtyři převodové stupně	14-90 90-180 180-355 355-710	min ⁻¹

2.2.2. Hrubování po tepelném zpracování

Portálové obráběcí centrum - FZZ 30/60

bude opracovávat spodní rovné plochy, horní rovné plochy-závitová strana a závit s přídavkem 2mm dle stanovených parametrů (viz tabulka č.4)



Obrázek 8 FZZ 30/60

Tabulka 4 Parametry FFZ 30/60

Rozsah otáček vřetena	20-4000	min^{-1}
Počet stupňů otáček	Plynulý	-
Rozsah posuvů	5-20000	$\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$
Rychloposuv v osách Y, Z	20	$\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$
Využitelný výkon motoru hlavního náhonu	30	KW
Svislý zdvih "Z"	1250	mm
Pojezd stolu osa Y	6280	mm
Pojezd frézovací jednotky osa X	4100	mm
Přestavení příčníků	1700	mm
Zdvih příčníků	1430	mm
Pojezdová rychlost osy X, Y, Z	max.15000	$\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$

2.2.3. Hotovní opracování

Horizontální vyvrtávačka - W200HC-NC

bude hotově opracovávat boční plochy, horní rovné plochy, boční plochy pravé a levé, koncové plochy levé, osazení pro klín, spodní rovné plochy a spodní tvarové plochy dle stanovených parametrů (viz tabulka č.5).



Obrázek 9 W200HC-NC

Tabulka 5 Parametry W200HC

Průměr vřetena	200	Mm
Rozměr pinoly (š x v)	520x520	Mm
Výsuv vřetena	2000	Mm
Výsuv pinoly	1600	Mm
Svislý pojezd vřeteníku	4000	Mm
Vodorovný pojezd stojanu	23000	Mm
Otáčky vřetena	0,8-800	min ⁻¹
Posuv vřetena z pinoly	0,75-3000	mm·min ⁻¹
Posuv vřeteníku a stojanu	0,75-6000	mm·min ⁻¹
Rychloposuvy vřetena a pinoly	3000	mm·min ⁻¹
Rychloposuvy vřeteníku a stojanu	6000	mm·min ⁻¹
Výkon hlavního pohonu	77	kW

Portálové obráběcí centrum - FRP 300-FSV_CNC

Stroj opracuje hotově závit a tvarové plochy dle stanovených parametrů (viz tabulka č.6).



Obrázek 10 FRP 300-FSV_CNC

Tabulka 6 Parametry FRP 300-FSV/A 10

Rozsah otáček vřetena	20-4000	min^{-1}
Celková plocha stolu	3000x10000	mm
Podélný zdvih "X"	11500	mm
Příčný zdvih s jedním vřetenem "Y"	4800	mm
Svislý zdvih "Z"	1500	mm
Svislé přestavění příčnicků "W"	1250	mm
Rozsah pracovních posuvů v ose X	15000	$\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$
Rozsah pracovních posuvů v ose Y a Z	20000	$\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$
Rozsah pracovních posuvů v ose W	1-5000	$\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$
Využitelný výkon hlavního motoru	60	kW

2.3 Výpočetstrojního času

Výpočet časů zahrnuje jednotlivé strojní operace:

- frézování (hrubování a hotovní opracování)
- vrtání
- řezání závitů

Na výrobu tohoto odlitku byl vytvořen PKP, který je rozdělen na více operací, avšak zde bude převeden výpočet strojního času jedné operace, a to odfrézování nálitků. Daný výpočet bude pouze orientační, neboť každý odlitek bude mít jiné parametry ponechaných nálitků.

Vzorec pro výpočet otáček (viz příloha č.1)[19]:

$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{\pi \cdot D}$$

Kde:

v_c = řezná rychlost [$\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$]

D = průměr nástroje [mm]

$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{195 \cdot 1000}{\pi \cdot 210} = \underline{300 \text{min}^{-1}}$$

Vzorec pro výpočet strojního času[11]:

$$t_{AS} = \frac{L \cdot i}{n \cdot f}$$

Kde:

L = délka obrobené plochy [mm]

n = otáčky vřetene [min^{-1}]

f = strojní posuv [$\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$]

i = počet stejných třísek

Výpočet časů opracování nálitků na spodní ploše obrobku

Plocha 2810 x 1000, přídavek 15 mm

$$t_{AS1} = \frac{L \cdot i}{n \cdot f} = \frac{2820 \cdot 3}{300 \cdot 0,3} = \underline{94 \text{ min}} \Rightarrow 94 \cdot 6 = \underline{564 \text{ min}}$$

Plocha 400 x 600, přídavek 50 mm

$$t_{AS2} = \frac{L \cdot i}{n \cdot f} = \frac{610 \cdot 5}{300 \cdot 0,3} = \underline{67,7 \text{ min}} \Rightarrow 67,7 \cdot 3 = \underline{203,1 \text{ min}}$$

Plocha 1250 x 144 x 2, přídavek 20 mm

$$t_{AS3} = \frac{L \cdot i}{n \cdot f} = \frac{1260 \cdot 5}{300 \cdot 0,3} = \underline{70 \text{ min}} \Rightarrow 70 \cdot 2 = \underline{140 \text{ min}}$$

Plocha 1215 x 780, přídavek 20 mm

$$t_{AS4} = \frac{L \cdot i}{n \cdot f} = \frac{1225 \cdot 4}{300 \cdot 0,3} = \underline{54,4 \text{ min}} \Rightarrow 54,4 \cdot 5 = \underline{272 \text{ min}}$$

Výpočet celkového času

$$t_{AS} = t_{AS1} + t_{AS2} + t_{AS3} + t_{AS4} = 564 + 203,1 + 140 + 272 = \underline{1179,1 \text{ min}}$$

$$t_{AS} = \underline{1179,1 \text{ min}} \Rightarrow \underline{19,7 \text{ hodin}}$$

2.4. Pracovní a kontrolní postup

- Pracovní a kontrolní postup na opracování obrobku na odstranění nálitků, po němž následuje PKP na opracování s přídavkem 7mm na plochu.

VŠB-TUO		PRACOVNÍ A KONTROLNÍ POSTUP		Kusů: 80
FAKULTA STROJNÍ		Souhrnný postup výroby		
Materiál: GS 25CRNiMo4 Obrobitelnost:12b		Součást Závitový segment MBS Číslo výkresu 08-3-DZ-4-0507e, 08-3-DZ-4-0576c		
číslo oper.	pracoviště	Stroj	Název operace - popis práce	Čas [hod]
1.	09863/11		KONTROLA ODLITKU	
2.	09412/14		<u>Rýsování:</u> Přesnost ploch bez značky opracování dle ISO 8062 CT 14. Při nedodržení rozměrů odlitku volat ÚŘJ, přemíry na surových plochách označit vzhledem k horní mezi tolerance.	14,5
3.	24828/11	4314	<u>Frézování:</u> 1) Upnout kus na boční plochu 2) Odfrézovat nálitky	19,7
4.	24828/11	4314	<u>Frézování:</u> Opracovat veškeré plochy bez značky opracování, které neodpovídají normě ISO 8062 CT14, a to k horní mezi tolerance.	0,02
5.	09421/14		<u>Zámečnický:</u> Obrousit otřepy.	2
6.			KONTROLA PŘENOSU ZNAČENÍ	

VŠB TUO		PRACOVNÍ A KONTROLNÍ POSTUP		Kusů: 80
FAKULTA STROJNÍ		Souhrnný postup výroby		
Materiál: GS 25CRNiMo4 Obrobitelnost:12b		Součást Závitový segment MBS Číslo výkresu 08-3-DZ-4-0507e, 08-3-DZ-4-0576c		
číslo oper.	Pracoviště	Stroj	Název operace - popis práce	Čas [hod]
1.			Navázání na předchozí PKP	
2.	24828/11	4314	<u>Frézování:</u> 1) Upnout spodní stranou ke stroji a hrubovat s přídavkem 7 mm na plochu na drsnost RA 12,5 (pokud není uvedeno jinak). 2) Přerovnat spodní plochu bez značky opracování: hloubka 20mm (viz bokorys). Obnovit rádiusy R30 (viz řez DD), napojit na úkosové přechody výšky 20mm a úkosové přechody přerovnat (viz řez A-A). 3) Hrubovat vztažné plochy "A" míra 300 _{-0,1} (viz řez C- C, detail "H"). 4) Hrubovat kluzné plochy "B" (viz bokorys, řez C-C a detail "H"). 5) Hrubovat čelní plochu čepu (3mm pod vztažnou plochu "A" : řez B-B), ofrézovat čep na obdélník do hloubky malého čepu D300h6 (detail "X"). 6) Hrubovat vybrání hloubky 54mm dle nárysu (detail "V"), v horní části 52 mm, v dolní části s napojením	41

			<p>R100 dle nástroje.</p> <p>7) Hrubovat čelní plochu u oválného otvoru + kostky.</p> <p>8) Vyfrézovat a hrubovat klínovou drážku 200F8</p> <p>9) Přerovnat plochy o rozměru 212 až k R35 (řez D-D)</p>	
3.	24828/11	4314	<p><u>Frézování:</u></p> <p>1) Upnout obrobek závitovou stranou dolů, boční plochou ke stroji a hrubovat s přídavkem 7mm na plochu na drsnost RA 12,5.</p> <p>2) Odfrézovat čepy.</p> <p>3) Levou boční plochu o rozměru $1120 \pm 0,5$ (řez B-B).</p> <p>4) Levé osazení $1000 \pm 0,2$ s přilehlou plochou o rozměru $110 \pm 0,2$ a přechodem R6 (řez B-B).</p> <p>5) Levou boční plochu o rozměru 768 ± 2 v horní části u oválného otvoru: nárys.</p> <p>6) Srovnat boční podélnou plochu na výkresový rozměr a toleranci (řez D-D).</p>	33
4.	24828/11	4314	<p><u>Frézování:</u></p> <p>1) Upnout obrobek o 180° protilehlou boční plochou ke stroji, závitovou stranou dolů.</p> <p>2) Odfrézovat čepy.</p> <p>3) Pravou boční plochu o rozměru $1120 \pm 0,5$ (řez B-B).</p> <p>4) Pravé osazení $1000 \pm 0,2$ s přilehlou plochou o</p>	19

			<p>rozměru $110 \pm 0,2$ a přechodem R6 (řez B-B).</p> <p>5) Pravou boční plochu o rozměru 768+2 v horní části u oválného otvoru: nárys.</p> <p>6) Srovnat boční podélnou plochu na výkresový rozměr a toleranci (řez D-D).</p>	
5.	45290/13	5369	<p><u>Frézování:</u></p> <p>1) Upnout závitovou stranou dolů a hrubovat s přídavkem 7mm na plochu a drsností RA 12,5.</p> <p>2) Hrubovat čep D300h6/280, $D550_{-0,4}^{-0,2} / 390_{-0,5}^{+0,5}$.</p> <p>3) Přechodové rádiusy R110, R6+2, R2000, R60, R150 (VYPÁSKOVAT).</p> <p>4) Hrubovat dno: hloubka $300+0,5$/ hloubka $300+0,1$ včetně napojení na tvarovou plochu o rozměru 774+1 x 1231+1 s přechodovým rádiusem R6+2.</p>	58,8
7.	45290/13	5369	<p><u>Frézování:</u></p> <p>1) Upnout na spodní plochu závitovou stranou nahoru.</p> <p>2) Hrubovat oválný otvor 420x552 včetně R130.</p> <p>3) Hrubovat s přídavkem 7 mm na plochu a drsností RA 12,5 malý průměr závitů D955.</p> <p>4) Hrubovat s přídavkem 7 mm na plochu velký průměr závitů D1105 včetně boků P376.</p>	33,8
8.	09421/14		<p><u>Zámečníci:</u></p> <p>Obrousit a očistit pro vizuální kontrolu a NDT .</p>	15

9.			<p>KONTROLA:</p> <p>1) Vizualní kontrola</p> <p>2) Zjištěné vady označit a očíslovat v náčrtu a předložit s vystaveným protokolem o vizualní kontrole zákazníkovi k odsouhlasení před zavařením.</p>	
10.	09421/14		<p><u>Zámečníci:</u></p> <p>Vybrousit případné materiálové vady dle označení na náčrtu dle ÚŘJ.</p>	0,02
11.	09872/11		ROZMĚROVÁ KONTROLA	
12.			Opracovaný díl s přídavkem 7mm na plochu zaslat k žíhání na odstranění vnitřního pnutí.	

- Pracovní a kontrolní postup na opracování obrobku s přídavkem 2 mm na plochu

VŠB TUO		PRACOVNÍ A KONTROLNÍ POSTUP		Kusů:
FAKULTA		Souhrnný postup výroby		80
STROJNÍ				
Materiál: GS 25CRNiMo4 Obrobitelnost:12b		Součást Závitový segment MBS Číslo výkresu 08-3-DZ-4-0507e, 08-3-DZ-4-0576c		
číslo oper.	Pracoviště	Stroj	Název operace - popis práce	Čas [hod]
1.	09863/11		KONTROLA ODLITKU PO ŽÍHÁNÍ	
2.	09412/14		Prorýsovat.	10
3.	35250/12	5359	<u>Frézování:</u> 1)Upnou závitovou stranou nahoru a opracovat s přídavkem 2 mm na plochu na drsnost RA 12,5. 2) Podélné plochy o délce 4126: řez C-C. 3) Spodní koncovou plochu o celkové délce 5341+15: bokorys. 4) Horní koncovou plochu u oválného otvoru včetně úkosů 200x45°, horní koncovou plochu ozubení (míra 4126-0,5). 5) Čelní plochu u oválného otvoru (rovně jako tečnu). 6) Oválný otvor 420x552 včetně R130 a vybrání 200F8. 7) Malý průměr závitů D955. 8) Velký průměr závitů D1105 včetně boků P376.	46

4.	35250/12	5359	<u>Frézování:</u> 1) Upnout závitovou stranou dolů a opracovat s přídavkem 2 mm na plochu na drsnost RA 12,5. 2) Vztažné plochy "A": míra 300-0,1 (viz řez C-C, detail "H"). 3) Kluzné plochy "B" (viz řez C-C, detail "H"). 4) Čelní plochu čepu (3mm pod vztažnou plochou "A": řez B-B) 5) Vybrání hloubka 52mm s R100: "POZOR" 2 měřicí plochy. 6) Čelní zapuštěnou plochu hloubka 54 u oválného otvoru včetně R100 a kostky: detail "V". 7) Čep 300h6/280, $D550_{-0,4}^{-0,2}/390_{-0,5}^{+0,5}$, přechodové radiusy R6+2, R2000, R60, R150: VYPÁSKOVAT. 8) Dno hloubka 300+0,5/hloubka 300+0,1 včetně napojení na tvarovou plochu 774+1 x 1231+1 s radiusy a přechodovým rádiusem R6+2.	35
5.	09421/14		<u>Zámečníci:</u> 1) Obrousit obrobek. 2) Obrobek očistit a připravit pro kontrolu.	13
6.	09874/11		KONTROLA Provést zkoušku MF dle výkresu.	

- Pracovní a kontrolní postup na hotovní opracování obrobku

VŠB TUO		PRACOVNÍ A KONTROLNÍ POSTUP		Kusů: 80
FAKULTA STROJNÍ		Souhrnný postup výroby		
Materiál: GS 25CRNiMo4 Obrobitelnost: 12b		Součást	Závitový segment MBS	
		Číslo výkresu	08-3-DZ-4-0507e, 08-3-DZ-4-0576c	
číslo oper.	Pracoviště	Stroj	Název operace - popis práce	Čas [hod]
1.	09412/14		Rýsování	7,5
2.	34832/12	5355	<u>Frézování I.:</u> 1) Upnout kus na boční plochu závitovou stranou ke stroji, opracovat hotově (není-li uvedeno jinak) 2) Hotově opracovat podélné plochy délky 4126 na rozměr $510 \pm 0,2 \times 662 \times 30$ (řez C-C) 3) Horní plošky u závitu- rozměr 542 hotově 4) Čelní plochu oválného otvoru včetně rozměru 100 u vypouklé plochy opracovat hotově 5) Výšku R2500 provést s přídavkem 0,5 jako tečnu, tzn. 2,5mm nad čelní plochu viz detail "W" 6) R130 v oválném otvoru hotově 7) Zafrézovat D75, hrubovat a hotově opracovat otvor D75/D26 8) Horní koncovou závitovou plochu opracovat hotově- rozměr 4126-0,5 9) Zapáskovat s minimálním úběrem na bocích, koncovou plochu- rozměr $5026 \pm 0,5$ od oválného otvoru a plochy oválného otvoru 10) Vrtat otvory pro závity M12	36

		<p><u>Frézování II.:</u></p> <p>1) Upnout kus závitovou stranou dolů, boční plochou ke stroji-opracovat hotově (není-li uvedeno jinak)</p> <p>2) Opracovat hotově levou boční plochu-rozměr $1120\pm 0,5$ (řez B-B)</p> <p>3) Opracovat hotově levé osazení $1000\pm 0,2$ s přilehlou plochou o rozměru $110\pm 0,2$ a přechodem R6+2 (řez B-B)</p> <p>4) Opracovat hotově levou boční plochu o rozměru 768+2 v horní části u oválného otvoru-nárys</p> <p>5) Vrtat otvory pro závity M12</p> <p>6) Vrtat a povrtat otvory a řezat závity M36</p> <p>7) Vypouklou plochu R2500 provést s přídávkem 0,1 mm na plochu (detail "W")</p> <p>8) Ve spodním vybrání hloubka 52 hotově opracovat R100</p>	14,5
		<p><u>Frézování III.:</u></p> <p>1) Přepnout kus o 180° protilehlou boční plochou ke stroji (závitovou stranou dolů), opracovat hotově (není-li uvedeno jinak)</p> <p>2) Opracovat hotově pravou boční plochu-rozměr $1120\pm 0,5$ (řez B-B)</p> <p>3) Opracovat hotově pravé osazení $1000\pm 0,2$ s přilehlou plochou o rozměru $110\pm 0,2$ a přechodem R6+2 (řez B-B)</p> <p>4) Opracovat hotově pravou boční plochu o rozměru 768+2 v horní části u oválného otvoru-nárys</p> <p>5) Vrtat otvory pro závity M12</p> <p>6) Vrtat a povrtat otvory a řezat závity M36</p> <p>7) Vypouklou plochu R2500 provést s přídávkem 0,1 mm na plochu (detail "W")</p> <p>8) Ve spodním vybrání hloubka 52 hotově opracovat</p>	14,5

			R100	
			<u>Frézování IV.:</u> 1) Upnout spodní nálitkovou stranou ke stroji, opracovat hotově (není-li uvedeno jinak) 2) Vztažné plochy "A"-rozměr 300-0,1 opracovat hotově (viz řez C-C, detail "H") 3) Opracovat hotově čelní plochu čepu (3mm pod vztažnou plochu "A"- řez B-B a detail "X"), dno vybrání hloubky 300+0,5 opracovat hotově včetně R6-mimo oblast dosedacích ploch (viz řez A-A), na vyvýšených dosedacích ploškách 300+0,1 opracovat s přídkem 0,5 na plochu- řez B-B 4) Vrtat otvory D17, zapustit D40 do hloubky 17,5 a povrtat D17,5 a rozjet na oválný otvor šířky 17,5/40 - detail "Z" a řez E-E 5) Vrtat otvory pro závity M16- řez E-E 6) S minimálním úběrem zapáskovat čep D300h6 7) Opracovat hotově vybrání hloubky 54mm s R100 (detail "V") v horní části včetně obvodových ploch pro kluzné vedení (šířka 60, R30), dosedací plochu "B" pro kluzné vedení opracovat s přídkem 0,5mm na plochu (tzn. 2,5mm nad plochu "A") 8) Opracovat hotově obě vybrání hloubky 52 mm v dolní části a napojit na hotové R100, vyřádkovat R30 a 96° s přídkem 0,2mm na plochu 9) Vrtat zplna otvory D50 pod úhlem 4° a opracovat úkosové vybrání 200F8 hotově	40
			<u>Frézování V.:</u> 1) Vrtat a povrtat otvory a řezat závity M36, zaflekovat D80	3,2
3.	35289/12	5380	<u>Frézování I.:</u> 1) Upnout závitovou stranou dolů a opracovat hotově 2) Opracovat hotově čep D300h6/280, D $550_{-0,4}^{-0,2}$ / 390±0,5, srazit hranu 5x 30°, přechodové rádiusy R110, R6+2, R2000, R60, R150, R50+2 (detail "U", detail "X",	37

			<p>řez B-B)</p> <p>3) Opracovat hotově dosedací plochy hloubka 300+0,1 od vztažné plochy "A" včetně napojení na přilehlé rádiusy</p> <p>4) Opracovat hotově R30 (2x) a 96°(2x) na rozměr 215-0,1 od čepu D300h6</p> <p>5) Hotově opracovat oválný otvor 420±0,5 x 552 /R275,R70,R100</p> <p>6) Hotově opracovat dosedací plochy "B" pro kluzné vedení o rozměru 2+0,05</p> <p>7) Hotově opracovat spodní plochu- rozměr 5026±0,5 od oválného otvoru</p>	
			<p><u>Frézování II.:</u></p> <p>1) Upnout závitovou stranou nahoru, opracovat hotově</p> <p>2) Malý průměr závitu D955</p> <p>3) Hrubovat a hotově opracovat otvor D20H7</p> <p>4) Velký průměr závitu D1105 včetně boků P376 a rádiusů R6</p> <p>5) Srovnat R2500 na výkresový rozměr 300-0,1</p> <p>6) Proveďte se kontrola rozměrů na stroji</p>	68
4.	09421/14		<p><u>Zámečníci:</u></p> <p>1) Řezat raskamatem závity M12 (176x)</p> <p>2) Očistit a připravit pro kontrolu</p> <p>3) Odjehlit</p> <p>4) Zapucovat vypouklé plošky R2500 po frézování na rozměr 300-0,1</p> <p>5) Zapucovat napojení R130 v oválném otvoru</p>	41
5.	09872/11		KONTROLA ROZMĚRŮ OBROBKU DLE VÝKRESOVÉ DOKUMENTACE	

3. Návrh řezných nástrojů

Obráběcí nástroje jsou charakterizovány nástrojovým (řezným) materiálem a geometrií.

Mezi základní řezné materiály patří: rychlořezné oceli, slinuté karbidy povlakované i nepovlakované, cermety, keramika, polykrystalický kubický nitrid boritý a diamant.[2]

Geometrie řezného nástroje značně ovlivňuje velikost řezné síly, utváření a odvod třísky, drsnost opracovaného povrchu a jeho finální přesnost a požadovanou kvalitu. Nástrojové i geometrické parametry jsou charakterizovány pomocí úhlů, které jsou definovány v příslušných rovinách.

3.1 Volba řezných nástrojů a parametrů

Nástroje se volí s ohledem na materiál obrobku, aby byla zajištěna jejich dostatečná životnost a nedocházelo tak ke zbytečnému opotřebení a zvýšeným nákladům na jejich pořízení.

Kriteria při volbě nástroje:

- složitost tvaru obrobku a obrobitelnost jeho materiálu,
- druh operace obrábění,
- možnosti volby řezných parametrů,
- výkon obráběcího stroje,
- požadované parametry obrobeného povrchu (drsnost, rozměrová a tvarová přesnost),
- náklady.

Zvolené nástroje, které jsou důležité pro opracování obrobku, jsou vybrány od různých výrobců. Mezi výrobce patří: Pramet, Walter, Widia, Ceratizit.

Řezné podmínky nástrojů byly určeny po konzultaci s technologem společnosti.

Nelze říci, že každý nástroj bude mít svou funkci. Například, že jeden bude sloužit k hrubovacímu opracování, druhý k frézování závitů apod. V tomto případě budou téměř všechny nástroje využívány průběžně od hrubování až k hotovnému opracování.

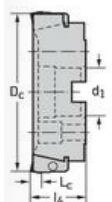

- Fréza firmy Pramet s označením W90SP25P s VBD SPUN bude využita pro odstranění nálitků při hrubování rovných ploch.


















W90SP25P

?	Specifikace	D	dH7	d1	L	b	t	Z	Chlazení	γ_p [°]	γ_f [°]	κ_r [°]	apmax	kg
○	175C06R-W90SP25P	175	40	66,7	63	16,4	9	6		+5	+2	90	22	7.5
○	210C08R-W90SP25P	210	60	101,6	63	25,7	14	8		+5	+2	90	22	11.0

Specifikace	(l)	d	s	m	re	f min	f max	ap min	ap max
SPUN 190416	19,050	19,050	4,76	3,45	1,6	0,10	0,35	1,20	16,00

- Fréza firmy Walter s VBD bude využita na hlazení rovných ploch po hrubování.

									<ul style="list-style-type: none">- Anstellwinkel $\kappa = 90^\circ$- 2 Schneidkanten pro Wendeplatte- Positive Wendeplattengrundform- Planlauf einstellbar	
zyl. Bohrung Quermitnahme DIN 138	F2010.B.200.Z12.15.R719M	200	60/50 B	63	15	12	8,2	12	AD .. 1606 ..	
	F2010.B.250.Z12.15.R719M	250	60/50 B	63	15	12	14,7	12		
	F2010.B.250.Z16.15.R719M	250	60/50 B	63	15	16	14,6	16		

	ADMT160612R-F56	Radius mm	Planfasenbreite mm	P		M		K		N		S		H					
				HC		HC		HC		HC HW		HC		HC					
				WKP25	WKP35	WKP35S	WSP45	WSM35	WSP45	WAK15	WKK25	WKP25	WKP35	WKP35S	WXN15	WK10	WSM35	WSP45	WHH15
																			

- Fréza firmy Widia s označením M100 s VBD s R8 bude využita pro hrubování závitů, hrubování čepu a vyfrézování otvoru pro spojovací čep.

■ M100

Objednací číslo	Katalogové číslo	D1 max	D1	D	D6	L	Ap1 max	Z	Max. zavrtávací úhel	max otáčky	Vnitřní chlazení	kg
2021348	12391021200	63	47	27	48	40	8,0	4	7.0°	12000	Ano	0,3
2021349	12391021400	80	64	27	60	50	8,0	5	4.8°	10000	Ano	0,9
2021351	12391021800	125	109	40	89	50	8,0	7	2.8°	8000	Ne	1,7

■ RDMW-M0TX

● první volba
○ alternativní volba

P	●	○	●	●	●	●
M	●	○	○	○	○	○
K	●	○	○	○	○	○
N	●	○	○	○	○	○
S	●	○	○	○	○	○
H	●	○	○	○	○	○

Katalogové číslo	D	S	hm	TN2510	TN5515	TN6540	TN7525	TN7535	TTM
RDMW1605M0TX	16,00	5,56	0,15	●	●	●	●	●	●

- Fréza firmy Ceratizit s VBD s R8 bude využita pro hrubování závitu, hrubování čepu a vyfrézování otvoru pro spojovací čep.

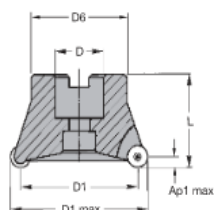
[illegible]

- Fréza firmy Walter s označením F 2238 s VBD bude využita pro frézování vybrání na bočních plochách.

[illegible]



- 




■ RDMW-M0TX



☒ první volba
☐ alternativní volba

Objednáací číslo	Katalogové číslo	D1 max	D1	D	D6	L	Ap1 max	Z	Max. zavrtávací úhel	max otáčky	Vnitřní chlazení	kg
2021342	12391020000	50	38	22	40	40	6,0	4	6.8°	15000	Ano	0,2

RDMW-MOTX



● první volba
○ alternativní volba

P	M	K	N	S	H	TN2510	TN5515	TN6540	TN7525	TN7535	TNTM
○	○	○	○	○	○	●	●	●	●	●	●

Katalogové číslo	D	S	hm
RDMW1204MOTX	12.00	4.76	0.15

- 45° fréza firmy Walter s označením F 2233 bude využita pro srážení hran.

Mini-KW Planfräser F 2233 SD .. 09T3

- Anstellwinkel $\kappa = 45^\circ$
- 4 Schneidkanten pro Wendplatte
- Positive Wendplattengrundform

Werkzeug

Bezeichnung

D_c
mm

d₁
mm

l₄
mm

L_c
mm

l₁
mm

Z

Anz WSP

Type

Zylinderschaft

F2233.Z20.032.Z04.05

32

20

35

5

110

4

0,3

4

SD .. 09T3 ..

zyl. Bohrung
Quermitnahme DIN 138

F2233.B.100.Z14.05

100

32

50

5

14

2,0

14

SD .. 09T3 ..

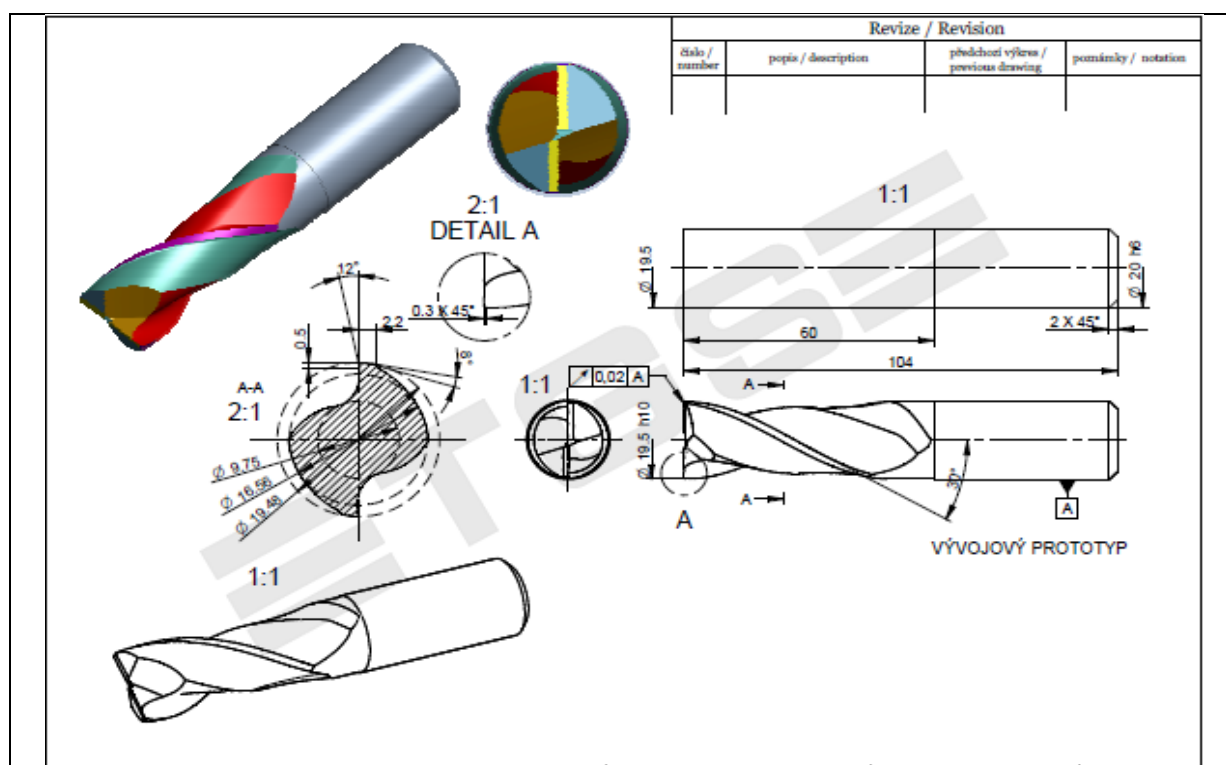
Bezeichnung

Radius
mm

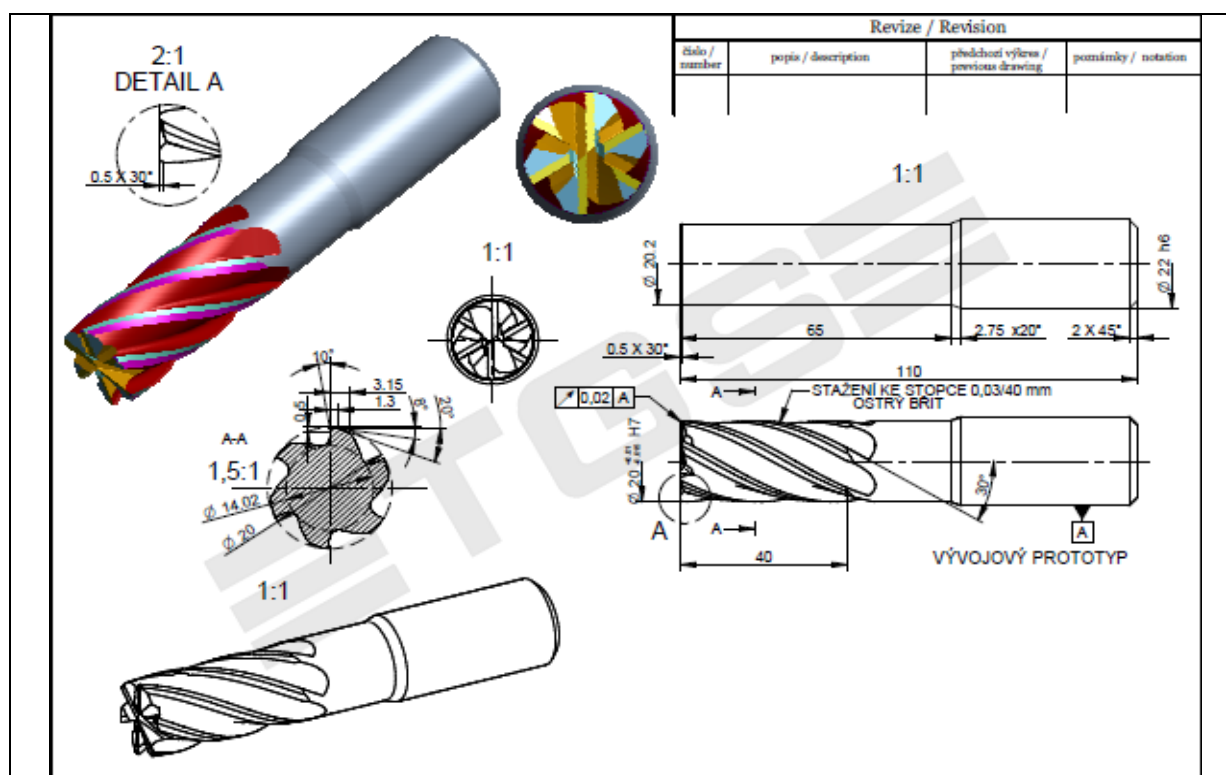
Planfasenbreite
mm

																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						</
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

- Hrubovací fréza na otvor o průměru 20 H7.



- Dokončovací fréza na otvor o průměru 20 H7.



- Povlakovaný vrták firmy Walter bude vyžit pro vrtání děr pod závit M12.

VHM-Spiralbohrer
A1164TIN
Alpha® 2
3 x D_c

Fortsetzung

	P	M	K	N	S	H	O
TiN	●	●	●	●	●	●	●

DIN 6539	D _c h7 mm	D _c Zoll/Nr	d ₁ h6 mm	L _c mm	l ₁ mm	l ₂ mm	Bezeichnung A1164TIN
Zylinderschaft	10,1		10,1	27	89	43	-10.1

- Závitník M12 x 1,75 firmy Walter bude využit k řezání závitu.

Maschinen-Gewindebohrer
Paradur® Eco HT

≤3xD_N

- HSS-E-PM
- Anschnittform C = 2 - 3 Gang
- 45° Drallwinkel
- höher gelegter Kern
- langspanende Werkstoffe von 500 bis 1250 N/mm² bzw. 38 HRC
- für langspanende Werkstoffe

DIN 376 6HX	D _N	P mm	l ₁ js16 mm	L _c mm	l ₃ ±1 mm	d ₁ h9 mm	□ h12 mm	l _g mm	N	THL Bezeichnung E2056312
	M 12	1,75	110	16	-	9	7	10	4	-M12

- Vrták firmy Pramet o \varnothing 30mm bude vrtat otvor pod závit M36, který bude dále povrtán hlavičkou na \varnothing 31,67mm.

Nástroje										
VBD										
Náhradní díly										
?	D	h	Specifikace	L	I1	I2	I3	dh6	d1	radiální nastavení +/-
●	30	120	804D-30-120-S32	205	145	60	127,5	32	42	0,15
										radiální nastavení +/-
										0,50
										Chlazení
										internal

- Povrtávací hlavička firmy Pramet bude zvětšovat otvor z \varnothing 30 na \varnothing 31,67 mm pod závit M36.


Nástroje									
VBD									
Náhradní díly									
?	Velikost	D min	D max	Specifikace	D	D1	L	kg	
●	42	49	65	A 04275 300	42	24	56	0,51	

- Závitník firmy Walter s označením M36.

- HSS-E - Anschnittform C = 2 - 3 Gang - Werkstoffe von 200 bis 1000 N/mm ² bzw. 32 HRC - für lang- und kurzspanende Werkstoffe									
unbeschichtet									
P M K N S H O									
DIN 376 ISO2/6H									
DN P mm l ₁ js16 mm L _c mm d ₁ h9 mm □ h12 mm l _g mm N unbeschichtet Bezeichnung 20361									
M 36 4 200 48 28 22 25 4 -M36									

- Vrták firmy Pramet o Ø 50mm.


Nástroje VBD Náhradní díly



?	D	h	Specifikace	L	l1	l2	l3	dh6	d1	radiální nastavení +/-	radiální nastavení +/-	Chlazení
●	50	150	803D-50-150-S40	246,5	177	70	160	40	58	0,15	0,50	internal

- Vrták firmy Walter o Ø 17mm bude vrtat otvor o Ø17.

VHM-Spiralbohrer
A1164TIN
Alpha® 2
3 x D_c



Fortsetzung


P	M	K	N	S	H	O
●	●	●	●	●	●	●

TiN

DIN 6539	D _c h7 mm	D _c Zoll/Nr	d ₁ h6 mm	L _c mm	l ₁ mm	l ₂ mm	Bezeichnung A1164TIN
17		17	43	119	60		-17

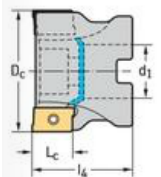
- Fréza firmy Walter s VBD bude frézovat Ø75 a potřebné vybrání.

















Eckfräser F 4042



- Anstellwinkel κ = 90°
- 2 Schneidkanten
- Positive Wendeplattengrundform

Werkzeug	Bezeichnung	D _c mm	d ₁ mm	l ₄ mm	L _c mm	l ₁ mm	Z	kg	Anz WSP	Type
zyl. Bohrung Quermitnahme DIN 138	F4042.B16.040.Z04.08	40	16	40	8		4	0,2	4	AD ... 0803 ...
	F4042.B.050.Z07.08	50	22	40	8		7	0,4	7	




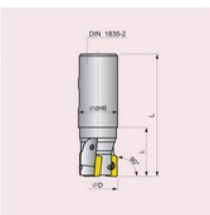
Wendeschneidplatten																				
	Bezeichnung	Radius mm	Planfasenbreite mm	P		M		K			N			S		H				
				HC		HC		HC			HC HW DP			HC		HC				
				WKP25	WKP35	WKP35S	WSP45	WSM35	WSP45	WAK15	WKK25	WKP25	WKP35	WKP35S	WXN15	WK10	WCD10	WSM35	WSP45	WHH15
	ADMT080320R-F56	2,0	1,0																	
	ADMT080325R-F56	2,5	0,8																	

- Fréza firmy Pramet s VBD bude využita k zahlubování otvoru.

Nástroje


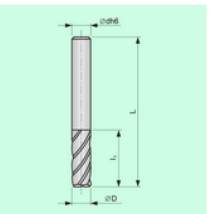

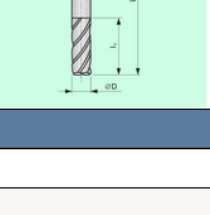
VBD

Náhradní díly

?	Specifikace	D	L	Z	l1	dh6	Chlazení	vp [°]	vf [°]	kr [°]	apmax	kg
●	25A2R042B25-SAP16D-C	25	98	2	42	25	+	0 ÷ +8	0	90	14	0,4
●	32A3R040B32-SAP16D-C	32	100	3	40	32	+	0 ÷ +8	0	90	14	0,6

- Monolitní fréza firmy Pramet bude využita na dokončování a zvětšování potřebných průměrů.

Nástroje		VBD	Náhradní díly				
							
							
?	Specifikace	D	Z	dh6	L	l1	
●	18E3S100-38A18 SUMA	18	3	18	100	38	
●	20E3S100-38A20 SUMA	20	3	20	100	38	

Nástroje jsou zvoleny tak, aby jejich využití bylo maximální. Tj. využití jejich univerzálnosti, kdy není potřeba na každou operaci používat jiný druh nástroje. Zajistí se tak nižší náklady na pořízení a ušetření času na manipulaci a přeměnu daných nástrojů.

4. Technicko-ekonomické zhodnocení

Výrobu ozubeného segmentu pro lodní výtah je nutno zhodnotit z technicko-ekonomického hlediska. V tomto případě budeme hodnotit rozdíl mezi původním a navrhovaným postupem výroby.

Nový návrh pracovní-kontrolního postupu výroby se od původního liší v několika operacích.

První změnou je rozvržení strojního parku. V tomto případě došlo k rozvržení postupné výroby mezi pět strojů, čímž se oproti původnímu záměru, opracovává kus na dvou strojích, sníží jak časová tak i finanční náročnost. Tato změna nastala z důvodů dodržení termínu dané zakázky.

Mezi další změny týkající se pracovní-kontrolního postupu patří:

- Nahrazení původního záměru vyrábět závity frézováním pomocí kotoučkových fréz za frézování prostřednictvím frézy s radiusovými plátky.

Mezi hlavní důvody této změny patří:

- vysoká pořizovací cena kotoučových fréz,
 - vyšší řezná rychlost a delší životnost fréz s radiusovými plátky,
 - předpokládané snížení času.
-
- Nahrazení vrtání, vyhrubování a vystružování otvoru o Ø 20 H7 za opracování dvěma válcovými frézami. K vyhrubování otvoru je využita fréza dvoubřitá. K hotovnému opracování je použita fréza vícebřitá. Důvody jsou následující: dodržení přesnosti rozměru, kvalitní opracování povrchu a předpoklad snížení časové náročnosti na opracování otvoru.
-
- Nahrazení klasického vrtáku z rychlořezné oceli pro předvrtávání závitu M12 za povlakovaný vrták s delší životností a možností užít vyšší parametry a tím také snížit čas k odvrtání. Zvolení záměny vrtáků je odůvodněno vrtáním velkého množství otvorů, a to 188 otvorů na každém z 80-ti kusů.

5. Závěr

Pro vypracování této bakalářské práce bylo zvoleno téma "Návrh technologie opracování ozubeného segmentu pro lodní výtah". Technologie opracování, neboli pracovní a kontrolní postup, je velmi důležitou součástí každého výrobního podniku, který je povinen tyto postupy vytvářet podle daných norem.

Práce je vypracována pro společnost Vítkovice Heavy Machinery a.s., která se zabývá strojírenskou výrobou.

Během vytváření bakalářské práce jsem spolupracoval se zaměstnanci VHM, a to z důvodu složitosti opracovávané součásti, aby došlo k co nejlepšímu rozvržení strojního parku a dodržení termínu dokončení zakázky.

Při návrhu technologie výroby ozubeného segmentu pro lodní výtah je uvažována pouze jedna varianta výrobního postupu. PKP je vytvořen na základě postupného obrábění. Nejprve dojde k opracování obrobku s přídavkem 7mm na plochu a následně je kus přesunut k tepelnému zpracování. Dalším krokem je opracování s přídavkem 2mm na plochu a poté už dochází k celkovému hotovnému opracování.

V úvodu práce je představen lodní výtah, pro který se bude opracovávat daný díl a také výrobní společnost.

Hlavní část obsahuje návrh strojního parku. Důvody zvolení konkrétních strojů-druhů opracování a jejich parametry. Dalším úsekem je návrh pracovní-kontrolního postupu a ukázkový výpočet strojního času konkrétní operace. Dále návrh nástrojů pro obrábění. Potřebné nástroje se volí podle materiálu opracovávaného dílu a také dle parametrů strojů.

V závěru práce je provedeno technicko-ekonomické zhodnocení, kde jsou porovnány části 2 výrobních metod. Předpokládáme, že nový návrh povede, oproti původnímu postupu výroby, hlavně k nižší časové náročnosti na celkovou výrobu.

Cílem této bakalářské práce bylo navrhnout technologii opracování ozubeného segmentu pro lodní výtah. Stanovený cíl byl splněn.

Seznam použité literatury

- [1] BRYCHTA, J.; ČEP, R.; SADÍLEK, M.; PETŘKOVSKÁ, L.; NOVÁKOVÁ, J. [I]Nové směry v progresivním obrábění[I]. Ostrava: Ediční středisko VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2007. Dostupné na <http://www.elearn.vsb.cz/archivcd/FS/NSPO>. ISBN 978-80-248-1505-3.
- [2] HUMÁR, A. [I]Materiály pro řezné nástroje.[I] Brno: MM Publishing Praha, 2008, 235 s. ISBN 978-80-254-2250-2.
- [3] NESLUŠAN, M.; TUREK, S.; BRYCHTA, J.; ČEP, R.; TABAČEK, M. [I]Experimentálne metódy v trieskovom obrábaní.[I] 1. vyd. Žilina: Žilinská univerzita v Žiline, EDIS, 2007. 343 s. ISBN 978-80-8070-711-8.
- [4] SHAW, Milton C. [I]Metal Cutting Principles.[I] 2nd edition. New York: Oxford University Press, 2005. 651. p. ISBN 0-19-514206-3.
- [5] STEPHENSON, D. A.; AGAPIOU, J. S. [i]Metal cutting theory and practice.[i] New York: Marcel Dekker, Inc., 1997. ISBN 0-8247-9579-2.
- [6] A.Janáč, B.Bátora, I.baránek, Z. Lipa, Technológia obrábania, Slovenská technická univerzita vydavateľství STU v Bratislavě, první vydání 2004 str.289, ISBN 80-227-2031-3
- [7] Frischherz, A., Pieglér H. Technologie zpracování kovů - odborné znalosti 2, čtvrté vydání, SNTL Praha 2001, str.280, ISBN 80-902655-1-0
- [8] Bátora B., Vasilko K., Obrobené povrchy: technologická dědičnost, funkčnost, TU v Trenčíně 2000, str. 183, ISBN 80-88914-19-1
- [9] Brychta J., Čep R., Nováková J., Petřkovská L., Technologie II 1.díl, Ostrava 2007, str.119, ISBN 978-80-248-1641-8.
- [10] Brychta J., Čep R., Nováková J., Petřkovská L., Technologie II 2.díl, Ostrava 2008, str.142, ISBN 978-80-248-1822-1.
- [11] Mádl J., Barcal J., Základy technologie II, ČVUT 2005, str.55, ISBN 978-80-010-3733-1

- [12] Keřkovský,M.,Moderní přístupy k řízení výroby, 3. doplněné vydání, Nakladatelství C H Beck, 2012 stran: 153,ISBN 978-80-7179-319-9
- [13]Webové stránky Vítkovice Group[online], [cit.20.4.2015], dostupné z:
<http://vitkovice.cz/default/index/index/lang/cs/site/9>
- [14]Webové stránky Vítkovice Heavy Machinery a.s.[online],[cit. 20.4.2015], dostupné z :
<http://www.vitkovicemachinery.com/>
- [15] Webové stránky Pramet [online],[cit.15.4.2015], dostupné z:
<http://ecat.pramet.com/default.aspx>
- [16] Webové stránky Walter.[online],[cit.15.4.2015], dostupné z:
<http://www.ptkovo.cz/index.php?show=nastroje-walter>
- [17] Webové stránky Ceratizit [online],[cit. 15.4.2015], dostupné z:
<http://www.ceratizit.com/products/metal-cutting/cutting-solutions/>
- [18] Webové stránky Widia [online], [cit. 28.4.2015], dostupné z:
<http://www.tyroline.cz/data/upload/widia-frezovaci-vrtaci-nastroje.pdf>
- [19] Webové stránky-Vzorce pro frézování [online], [cit. 5.5.2015], dostupné z:
http://www.taegutec.cz/innotool/prirucka_obrabeni_2114.pdf
- [20] Interní materiály společnosti VHM a.s.

Seznam tabulek a obrázků

Obrázek 1 Schéma stávajícího a nového lodního výtahu	9
Obrázek 2 Členění technologického postupu	12
Obrázek 3 Opracování spodní nálitkové plochy obrobku	13
Obrázek 4 Opracování boční plochy obrobku	14
Obrázek 5 Opracování závitu obrobku	14
Obrázek 6 W160GNR	16
Obrázek 7 FZ41-2500-CNC Boehringer	17
Obrázek 8 FZZ 30/60	18
Obrázek 9 W200HC-NC	19
Obrázek 10 FRP 300-FSV_CNC.....	20
Tabulka 1: Porovnání parametrů lodních výtahů	8
Tabulka 2 Parametry W160G	16
Tabulka 3 Parametry FZ 41 CNC.....	17
Tabulka 4 Parametry FFZ 30/60.....	18
Tabulka 5 Parametry W200HC	19
Tabulka 6 Parametry FRP 300-FSV/A 10.....	20

Seznam příloh

Příloha č.1- Základní vzorce pro frézování

Příloha č.2 - Výkresová dokumentace